MINISTERSTWO LEŚNICTWA I PRZEMYSŁU DRZEWNEGO
INSTYTUT BADAWCZY LEŚNICTWA

Prace Nr 207

Warszawa 1961

Tadeusz Dominik, Bernard Boullard

LES ASSOCIATIONS MYCORRHIZIENNES DANS LES HÊTRAIES FRANÇAISES I. RECHERCHES PRELIMINAIRES

MIKOTROFIZM FRANCUSKICH BUCZYN. I. BADANIA WSTĘPNE

МИКОТРОФИЗМ ФРАНЦУЗСКИХ БУЧИН, I. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВЯАНИ

MYCOTROPHISM OF BEECHES IN FRANCE. I. PRELIMINARY INVESTIGATIONS

MYKOTROPHISMUS DER FRANZÖSISCHEN BUCHENWÄLDER. I. EINLEITENDE FORSCHUNGEN

INTRODUCTION

Dans un précédent travail (1), les auteurs formulaient le voeu d'étendre les observations qu'ils venaient d'effectuer en Pologne aux peuplements de Hêtres d'autres régions où cette essence connaît un excellent développement. Grâce à la venue du Prof. Dominik en France, les premiers jalons d'une étude plus vaste du mycotrophisme des hêtraies dans ce pays ont été posés. Nous avons collecté du matériel dans diverses hêtraies, tant en plaine qu'en montagne, et entrepris de dégager les premières grandes lignes relatives aux associations mycorrhiziennes du Hêtre et de son cortège floristique en France. Notre choix des hêtraies visitées a été dicté par plusieurs impératifs: la pureté des peuplements, la position géographique des forêts, la connaissance de la flore d'après les relevés des phytosociologues, la durée, trop courte hélas, du séjour du Prof. Dominik en France. Cependant il nous apparaît que, mises à part les hêtraies pyrénéennes, alpines ou vosgiennes, nous avons réussi à étudier les autres grandes formations-types oú le Hêtre domine largement.

Nous nous sommes attachés plus spécialement à l'une des hêtraies visitées (forêt de Cerisy). Enfin, bien que notre travail ne soit qu'un pre-

mier aperçu, nous avons d'ores et déjà tenté des comparaisons entre les résultats acquis en Polgne durant ces dernières années et ces premières données françaises.

Respectant le découpage phytogéographique de la France, nous énumérerons ci-dessous les diverses hêtraies visitées en indiquant pour chacune d'elles sa position sur la carte de la végétation.

Toutes les hêtraies françaises étudiées appartiennent au domaine atlantico-européen:

1) à la limite du secteur boréo-atlantique et du secteur franco-atlantique, se situent les forêts domaniales d'EU et d'EAWY (Seine-Maritime);

2) dans le secteur franco-atlantique nous avons effectué des prélèvements dans diverses forêts:

a) du sous-secteur ligérien-forêt de FONTAINEBLEAU (Seine-et-Marne);

b) du sous-secteur armorico-normand — forêts de CERISY (Calvados-Manche) et de FOUGÉRES (Ille-et-Vilaine),

c) du sous-secteur central — hêtraies de montagne dans la région des MONTS-DORE, aux environs de BESSE-en-CHANDESSE (Puy-de-Dôme).

Nous ne pouvons rien dire sur la valeur des dénominations phytosociologiques utilisées pour désigner ces hêtraies. Nous nous sommes bornés à reprendre (quand il en existait) les appellations des spécialistes. Cependant, en comparant les relevés de plantes effectuées en France et en Pologne, nous avons jugé qu'il était possible de rapprocher tel groupement étudié en France de tel autre rencontré antérieurement en Pologne.

Aperçu des conditions climatiques

Nous ne rappellerons ici que de trop rares données mais nous pensons qu'elles sont de nature à permettre des comparaisons, à donner „une idée" des hêtraies visitées.

En ce qui concerne la pluviosité nous donnons ci-dessous les chiffres relatifs aux précipitations moyennes annuelles en millimètres:

EAWY: 800—1000 mm, EU: 800—1000 mm,
FOUGÈRES: 800—1000 mm, LOMPRAS: 950 mm,
COURBANGES: 1300 mm, Bords du LAC PAVIN: 1400 mm,
VALLÉE DE CHAUDEFOUR: 1400—1500 mm.

Les données concernant les moyennes de température sont les suivantes:

— en forêt de CERISY:	moyenne annuelle:	+ 10,13°
	maxima moyen:	+ 15,15°
	minima moyen:	+ 5,55°

— dans la région de BESSE (Monts-Dore) nous reprenons les chiffres fournis par LUQUET (5):

moyenne annuelle:	+	6,69°
maxima moyen:	+	12,5°
minima moyen:	+	2,53°

Nous avons jugé utile de compléter ces données par l'indication des altitudes relatives des forêts visitées; elles sont de:

240 m environ en forêt d'EU et en forêt d'EAWY,
80 m environ en forêt de FONTAINEBLEAU,
90 à 150 m en forêt de CERISY,
250 m environ en forêt de FOUGÈRES,
870 m dans la hêtraie de LOMPRAS,
1030 m dans la hêtraie de COURBANGES,
1100 m environ à VAUCOUX,
1220 m sur les bords du LAC PAVIN,
1400 m près du village des MONAUX,
1510 m dans les hêtraies à fougères de la vallée de CHAUDEFOUR.

Méthodes de recherche

Nous renvoyons le lecteur à l'exposé détaillé des méthodes de recherche que nous avons déjà mises en oeuvre en Pologne (1). Nous préciserons seulement qu'ici les récoltes se sont échelonnées entre le 20 juillet (forét de CERISY) et le 8 août 1959 (forêt d'EAWY).

Les observations dont la présente note rend compte ne prétendent pas épuiser les recherches concernant le mycotrophisme dans le domaine des hêtraies françaises. L'un de nous se propose d'établir, à l'avenir, une étude systématique des associations françaises du Hêtre dont nous avons choisi les plus caractéristiques.

Nous ne saurions terminer cette introduction sans remercier vivement les nombreux forestiers et botanistes qui ont tout fait pour faciliter nos récoltes et tout spécialement M. l'Abbé CORILLION, Professeur, M. le Professeur CHAMPAGNAT et son élève M. CUSSET, M. le Conservateur des Eaux et Forêts JACQUIOT et son collègue M. MOREL.

ÉTUDE DÉTAILLÉE DE LA HÊTRAIE DE CERISY

Dans cette forêt domaniale l'essence dominante est le Hêtre qui représente, nous dit LEMÉE (5), 70% des arbres de la forêt contre 20% au Chêne et 10% aux essences diverses. Nous avons pris connaissance, avant toute collecte d'échantillons, de la monographie phytogéographique établie en 1937 par LEMÉE (5). Nous nous sommes efforcés de visiter les deux asso-

Tableau I

Relevé des résultats des recherches sur le mycotrophisme des plantes de la hêtraie en forêt de CERISY

Nom de la Plante	Poils absorbants	Plante autotrophe	Mycorrhize endotrophe du type: tolypophage	Mycorrhize endotrophe du type: thamniscophage	Mycorrhizes ectotrophes suivant la classification de Dominik	Fréquence d'apparition des mycorrhizes
Athyrium Filix femina	+			+		abortives
Athyrium Filix femina	+++			+		abortives
Blechnum spicant	—			+		+
Carex silvatica	++++	+				—
Circaea lutetiana	+++			+		++
Euphorbia amygdaloides	+			+		+++ (thamniscophysalidophages)
Fagus silvatica						
jeune semis	—				Bc+, Ga+	+
jeune plant	—				Aa+, Bc++, Ga++, Ha+	++
jeune plant	—				Aa++, Bc+	++
jeune plant	—				Aa++, Ah+	+
jeune plant	—				Ga++++, Id++	++++
sujet de 6 ans	—				Ac+, Bc+++, Fg+++, Ga++++ Ha+++	++++
sujet âgé	—				Ec+++, Ga++	++
sujet âgé	—				Fc++++, Ga++	+++
sujet âgé	—				Ga+++, Hc++	+++
sujet très âgé (200 ans)	—				Aa+, Bc++++, Ga+++	+++
Hedera Helix jeune	+++			+		++++
Hedera Helix âgé	+++			+		++++
Holcus lanatus	+++			+		++
Hypericum pulchrum	+			+		++
Ilex aquifolium	++++		+			+++
Lonicera periclymenum	—			+		+++
Luzula maxima	+++	+				—
Lysimachia nummularia	+++			+		++++
Melica uniflora	++++	+				—
Milium effusum	++++		+			+
Neottia Nidus-avis	—		+			++++
Oxalis acetosella	+++			+		+++
Polygonatum multiflorum	+++			+		+

Nom de la Plante	Poils absorbants	Plante autotrophe	Mycorrhize endotrophe du type		Mycorrhizes ectotrophes suivant la classification de Dominik	Fréquence d'apparition des mycorrhizes
			tolypophage	thamniscophage		
Polystichum Filix mas	++++		+	+		++
Pteridium aquilinum	+++	+				—
Pteridium aquilinum	++	+				—
Quercus pedunculata						
jeune	+++				Aa+++, Bc+ Fg+, Ga+	++
âgé	+				Fc++, Fg++ Ga++	++
très vieux	+				Aa++, Ae++ Ba++++, Ga++	+++
Rubus fruticosus	+++			+		++
Ruscus aculeatus				+		+++
Vaccinium myrtillus			+			+
Viola silvatica	+			+		++++

ciations caractérisant cette forêt: le *Querceto-Fagetum* dont la strate herbacée est assez riche (degré de couverture: 6/10 de la surface du sol), et le *Quercetum occidentale Ilicetosum* — ou groupement climatique final selon LEMÉE — dont la strate herbacée est considérée comme très pauvre à cause d'un développement exhubérant du Houx *(Ilex aquifolium)*.

Dans un prochain travail, l'un de nous tentera de préciser les influences sur le mycotrophisme de la nature du substratum, de celle de l'humus, de la richesse relative en sels minéraux, dans les deux associations signalées.

Nous avons recueilli les racines du maximum d'espèces, celles de toutes les plantes encore en plein développement à la mi-juillet.

Pour l'énoncé de nos résultats nous avons préféré établir une liste alphabétique des espèces étudiées comme nous l'avons déjà fait en Pologne, plutôt que de discerner des caractéristiques, des compagnes, des accessoires. Le classement alphabétique est de nature à faciliter les comparaisons entre échantillons d'une même espèce rencontrée dans diverses hêtraies.

CONSIDÉRATIONS D'ENSEMBLE ET NOTES DIVERSES

Nous avons étudié 41 échantillons appartenant à 25 espèces différentes. Seules 5 espèces se sont révélées autotrophes. L'une d'elles d'ailleurs, le *Pteridium aquilinum*, toujours infectée dans les matériaux étudiés antérieurement, méritera d'être réexaminée. Le pourcentage du myco-

trophisme est très élevé dans cette forêt puisqu'il atteint 80%. Nous réservons pour un autre chapitre les considérations relatives au spectre mycorrhizien du Hêtre. Nous pouvons déjà souligner ici que des complexes appartenant à 7 sous-types (et 12 genres) ont été observés. Genres et sous-types sont ceux définis par DOMINIK (2) dans sa clé de détermination des mycorrhizes ectotrophes.

Le *Cenococcum graniforme*, responsable de la constitution d'associations ectotrophes rapportées au genre Ga, est particulièrement abondant dans le sol de la forêt de CERISY. Au contact immédiat des racines, ou seulement entre les poils absorbants, tant chez le *Blechnum spicant* ou *l'Holcus lanatus*, que chez la *Luzula silvatica* ou *l'Oxalis acetosella*, de très nombreux hyphes appartenant à ce Champignon ont été rencontrés.

Nous soulignerons le cas de *Circaea lutetiana* qui se révèle mycotrophe à CERISY. Autotrophe en de nombreuses autres stations, plus humides il est vrai, cette plante doit sans doute son infection du type thamniscophage à la sécheresse relative du substratum sur lequel elle se développait à CERISY.

L'endophyte de l'*Euphorbia amygdaloides* différencie des vésicules oblongues, riches en huile. Volumineuses et abondantes, ces vésicules permettent de classer l'infection observée au sein des complexes endotrophes du type „thamnisco-physalidophage".

Enfin, nous avons recherché avec intérêt les complexes constitués par le Chêne pédonculé *(Quercus pedunculata)* qui se rencontre çà et là dans la hêtraie. L'examen de sujets d'âges variés nous permet d'établir le spectre mycorrhizien du Chêne dans cette forêt: Aa, Ae, Ba, Bc, Fc, Fg, Ga. Ces 7 genres se retrouvent tous dans le spectre mycorrhizien du hêtre et, comme chez le hêtre, les genres Aa et Ga sont les plus communément représentés.

ÉTUDE DU MYCOTROPHISME DU HÊTRE DANS LES DIVERSES FORÊTS FRANÇAISES

Nous avons regroupé dans un tableau d'ensemble (Tableau II) les résultats auxquels nous sommes parvenus à l'issue de nos recherches.

Nous y traduisons ainsi l'abondance des mycorrhizes observées:

si les mycorrhizes du genre désigné sont	très rares:	+
,, ,, ,, ,, ,,	rares:	++
,, ,, ,, ,, ,,	communes:	+++
,, ,, ,, ,, ,,	très fréquentes:	++++
,, ,, ,, ,,	font défaut:	—

Relevé général des Genres de Mycorrhizes rencontrés chez le Hêtre (*Fagus silvatica*) dans les diverses forêts françaises visitées (juillet — août 1960)

Forêts visitées Nature du Sol Age des Plantes étudiées	Aa	Ac	Ad	Ae	Af	Ah	Ba	Bc	Bd	Bg	Ca	Cc	Cd	Cf	Dc	Ea	Ec	Fa	Fc	Fd	Ff	Fg	Fj	Ga	Gb	Ha	Hc	Hg	Ia	Ib	Id	Ie	If	Observations
FORET D'EU																																		
sur argile à silex:																																		
1 an	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	++	+++	–	–	–	++	++	–	–	–	–	–	–	–	–	
4-5 ans	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
8-10 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	++	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	
90 ans	+	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
sur calcaire:																																		
1 an	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
4 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
8 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
76-83 ans	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
bas-fond à *Allium ursinum*:																																		
semis	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
8-10 ans	+	–	++	–	+++	–	–	++++	–	–	–	–	++	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
80 ans	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Zone traitée par les hormones (contre *Rubus*)																																		de nombreuses mycorrhizes sont mortes et les survivantes ont un manteau beaucoup trop fin
2 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	++	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
FORET D'EAWY																																		
sur calcaire:																																		
germinations	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
5-7 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
8-10 ans	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Zone traitée par les hormones (contre *Rubus*)																																		de nombreuses mycorrhizes sont mortes et les survivantes ont un manteau beaucoup trop fin (sauf les mycorrh. Ba). Toutes les racines sont altérées (ocre brun)
germinations	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
150 ans	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
FORET DE FONTAINEBLEAU																																		
sur silex	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
3-5 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
5 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	+++	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	
5-7 ans	+++	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	+++	++	–	–	+	–	–	–	–	+++	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	++	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
hêtraie de la route de la Reine:																								+										
2 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	++++	–	–	–	–	–	–	+	–	–	
5-7 ans	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
15-20 ans	+++	–	+++	–	–	–	–	–	++	–	–	+++	–	–	–	–	–	++	+	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	++	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	+++	–	–	–	–	–	++	–	–	–	
très vieux	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
sur calcaire:																							+	++++										beaucoup de mycorrhizes mortes
jeunes	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
3 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	++++	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
5 ans	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	+	+	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
15 ans	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	+++	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
FORET DE CERISY																								+										
germinations	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
jeune plant	+	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
jeune plant	++	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
jeune plant	++	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	++	–	–	
jeune plant	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	++++	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	
6 ans	–	+	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	++	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
très vieux	+	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
FORET DE FOUGERES																	++							+										
jeune sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
jeune sujet	+	–	–	++	–	–	–	–	–	++	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
jeune sujet	+	–	–	–	–	–	+	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
jeune sujet	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	++	–	++	–	–	–	–	–	–	–	
jeune sujet	+	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2-3 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	++	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10 ans	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	+	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
FORET D'ANDAINES																							+	+										
jeune sujet	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	++	++	–	–	–	–	–	–	–	–	
3 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	++	–	–	–	–	+	–	–	–	
5 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
HETRAIES DES MONTS-DORES:																																		
LOMPRAS																								+										
jeune sujets	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujets	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
COURBANGES																																		
jeunes sujets	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	++++	–	
vieux sujets	++	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	++	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	
VACOUX																																		
1 an	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	
2 ans	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	++++	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
15 ans	++	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
LAC PAVIN																																		
2-3 ans	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	++	–	–	++++	–	–	–	–	+++	–	
5-7 ans	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+++	–	–	+	–	–	–	–	–	–	pseudomycorrhizes
5-7 ans	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10-15 ans	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	++	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	++	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
LES MONAUX																																		
jeune sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	
jeune sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	+	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
vieux sujet	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
CHAUDEFOUR																																		pseudomycorrhizes abondantes
3 ans	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
3 ans	–	–	–	–	–	++	–	+	–	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	+++	–	++	–	–	+++	–	–	–	–	–	+++	–	–	–	
5-7 ans	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10-15 ans	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

SPECTRE MYCORRHIZIEN DU HÊTRE (*Fagus silvatica*) DANS CHACUNE DES FORÊTS FRANÇAISES VISITÉES

Dans le tableau ci-dessous (Tableau III) nous avons regroupé, forêt par forêt, les divers genres de mycorrhizes rencontrés. Ainsi que nous pouvons en juger à sa lecture les spectres mycorrhiziens du *Fagus silvatica* sont très variables.

Tableau III

Spectre mycorrhizien du Hêtre dans chacune des forêts françaises visitées

Localité visitée	Spectre mycorrhizien du hêtre dans la localité
Forêt d'EU	Aa, Ad, Af, Ah, Bc, Cc, Cd, Ce, Ea, Fc, Fd, Ff, Ga, Gb, Hc.
Forêt d'EAWY	Aa, Ba, Bc, Fa, Fc, Ga.
Forêt de FONTAINEBLEAU	Aa, Ad, Af, Ah, Bd, Ca, Cc, Ea, Ec, Fa, Fc, Ff, Fg, Fj, Ga, Gb, Hc, Hg, Ia, Id, If.
Forêt de CERISY	Aa, Ac, Ah, Bc, Ec, Fc, Fg, Ga, Ha, Hc, Id.
Hêtraie de LOMPRAS	Aa, Ae, Fc, Ga.
Forêt de FOUGÈRES	Aa, Ae, Ba, Bd, Bg, Cf, Ec, Fc, Ff, Fj, Ga, Gb, Ha, Ia.
Hêtraie de COURBANGES	Aa, Ac, Fa, Fc, Ga, Gb, Ha, Ie.
Hêtraie de VAUCOUX	Aa, Ae, Ah, Ea, Fc, Ga, Gb.
Hêtraie du LAC PAVIN	Aa, Ae, Ah, Cc, Ea, Fc, Ff, Ga, Hc, Ie.
Hêtraie des MONAUX	Aa, Ah, Bc, Cc, Ea, Fc, Ga, Ib.
Hêtraie de CHAUDEFOUR	Aa, Ah, Bc, Cc, Dc, Ec, Fc, Ff, Ga, Ia.

DESCRIPTION DE GENRES NOUVEAUX DE MYCORRHIZES ET PARTICULARITÉS DE CERTAINS GENRES ANCIENS

Mycorrhize Dc

Description: Nous avons trouvé ce genre nouveau chez de jeunes Hêtres âgés d'environ 5 ans croissant sur les flancs de la vallée de CHAUDEFOUR. Les mycorrhizes constituées étaient assez abondantes et se caractérisent par les traits suivants. A un réseau de Hartig très réduit fait suite un manteau prosenchymateux, de couleur brun sombre (terre d'ombre brûlée) hérissé de nombreux poils. Ces poils sont de la même teinte que le manteau, longs de 75 à 150 microns, sinueux, effilés, mais leur extrémité reste émoussée.

Entre les poils se rencontre un abondant duvet mycélien à boucles, dont les filaments sont de fort calibre (6 à 8 microns) et de teinte brune.

Observations: Ce genre nouveau se distingue essentiellement des genres Da et Db préexistants par:

1) ses poils dont la paroi épaisse contraste avec les membranes fines des poils des deux autres genres;

2) l'existence, en sus de ces poils, d'hyphes à boucles brun sombre qui se détachent de la surface du manteau.

Mycorrhize Ec:

Description: Nous avons rencontré de telles mycorrhizes à 6 reprises dans 4 forêts différentes (cf. Tableau II). Morphologiquement ces mycorrhizes sont de très grande taille (jusqu'à 3 cm de longueur). Le

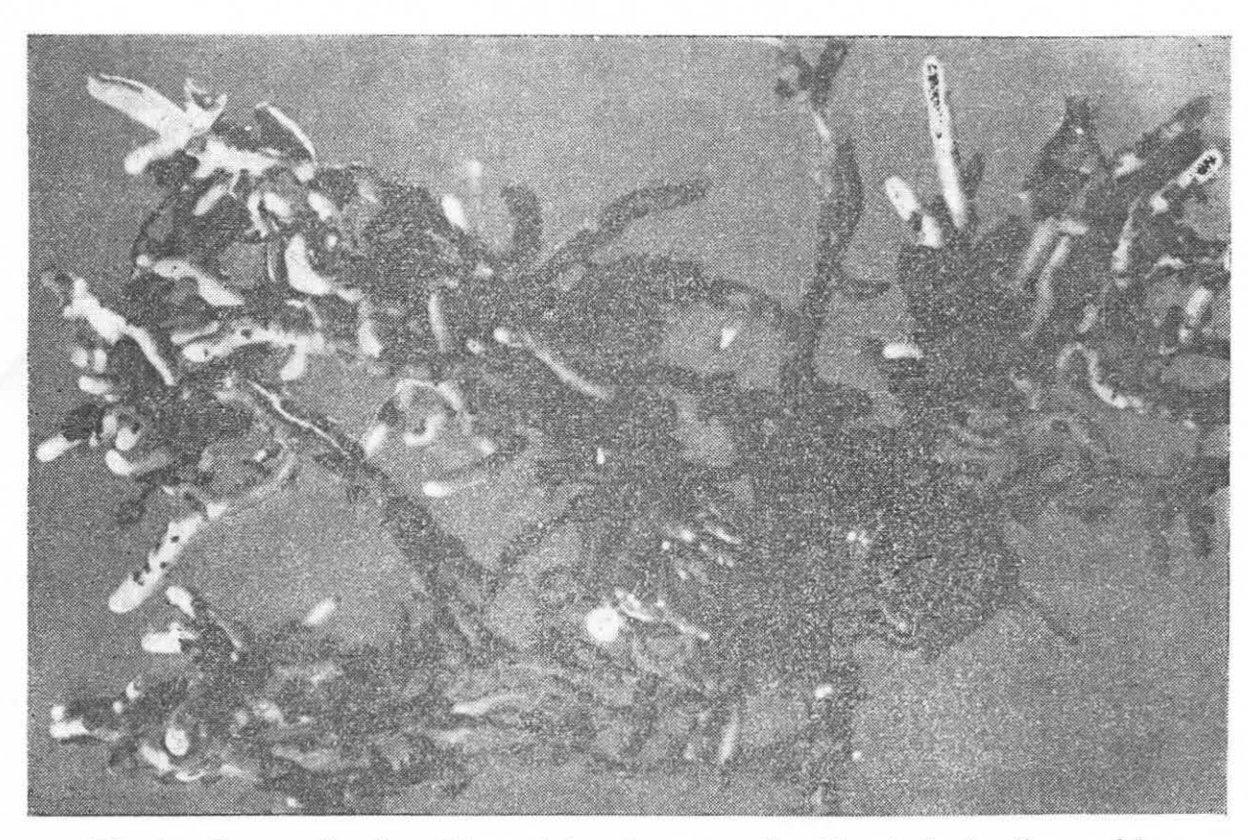


Fig. 1. *Fagus silvatica.* Mycorrhize du genre *Ec.* Morphologie d'ensemble

champignon associé stimule donc fortement leur croissance. Chaque tronc commun porte de très nombreuses ramifications dont l'ensemble évoque un balai de sorcière (fig. 1).

En commun avec les autres genres du sous-type E cette mycorrhize possède un manteau plectenchymateux de 20 à 30 microns d'épaisseur (ici) à la surface duquel se dressent un certain nombre de cystides telles que nous en avons représentées (fig. 3, *a*).

Entre ces cystides on trouve de très nombreux conidiophores représentés sur la figure 2 (Ec) et sur la figure 3 *(b, c)*. Ces conidiophores mesurent 30 microns de longueur environ et 4 microns de largeur. A leur

sommet demeurent le plus souvent, malgré les traitements subis par les préparations, des radula-spores (en général 2 ou 3 par tête). A plusieurs reprises nous avons observé, le long des conidiophores, la présence de denticules d'insertion des spores (fig. 2). Les conidies sont en général elliptiques, hyalines, à membrane fine. Parfois elles constituent de courtes chaînettes.

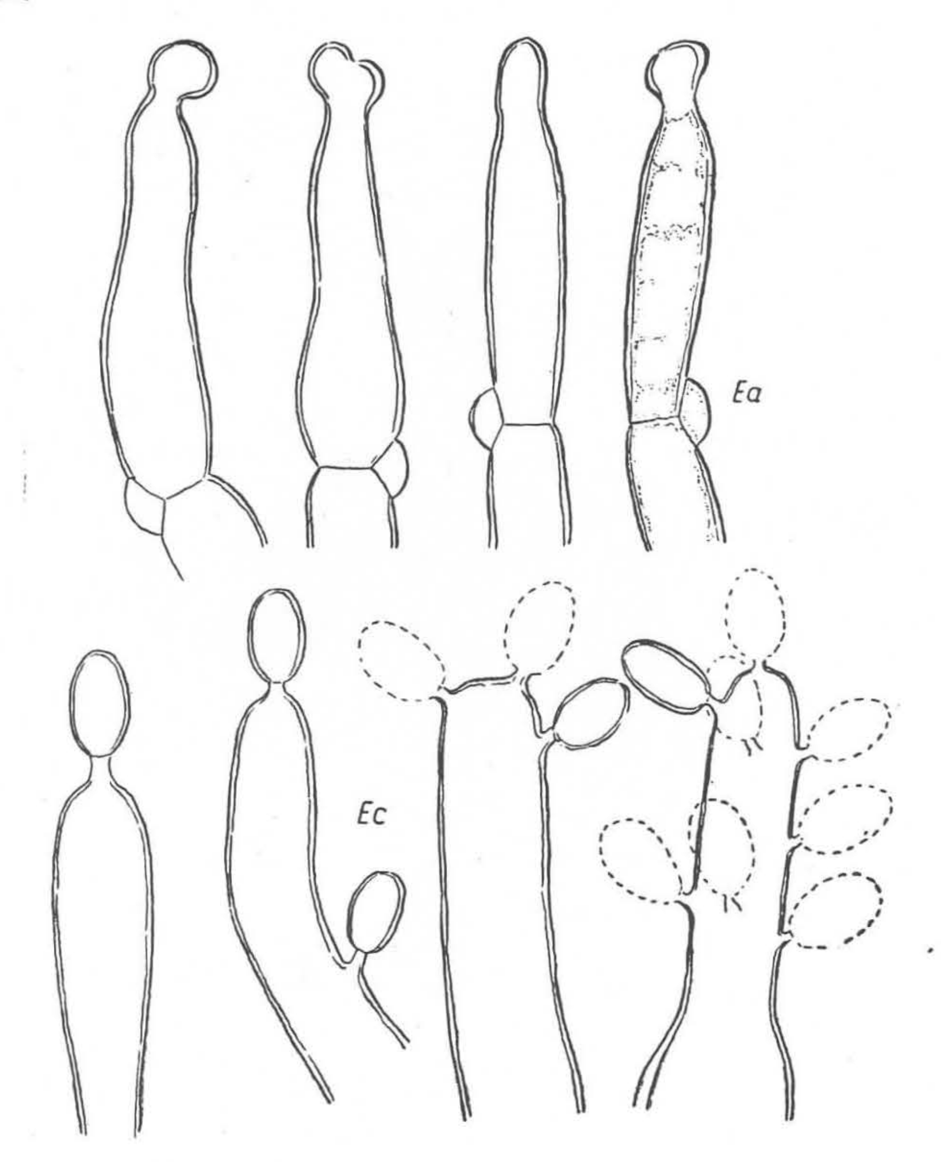


Fig. 2. *Fagus silvatica.* Mycorrhize du genre *E a:* caulocystides pourvues de boucles à leur base. Mycorrhize du genre *E c:* Conidiophores et radula-spores

Observations: La morphologie bien spéciale de ces formations nous permet de rapprocher ces conidiophores à radula-spores des sporophores des *Rhinotrichum* et genres voisins. En outre, on peut même supposer que cette mycorrhize Ec pourrait être constituée par un Basidiomycète puisque des radula-spores ont déjà été signalées dans ce groupe (cf. in LANGERON, 4).

Appartenant indiscutablement au sous-type E, cette mycorrhize s'individualise par ses conidiophores et mérite de constituer un genre nouveau: Ec.

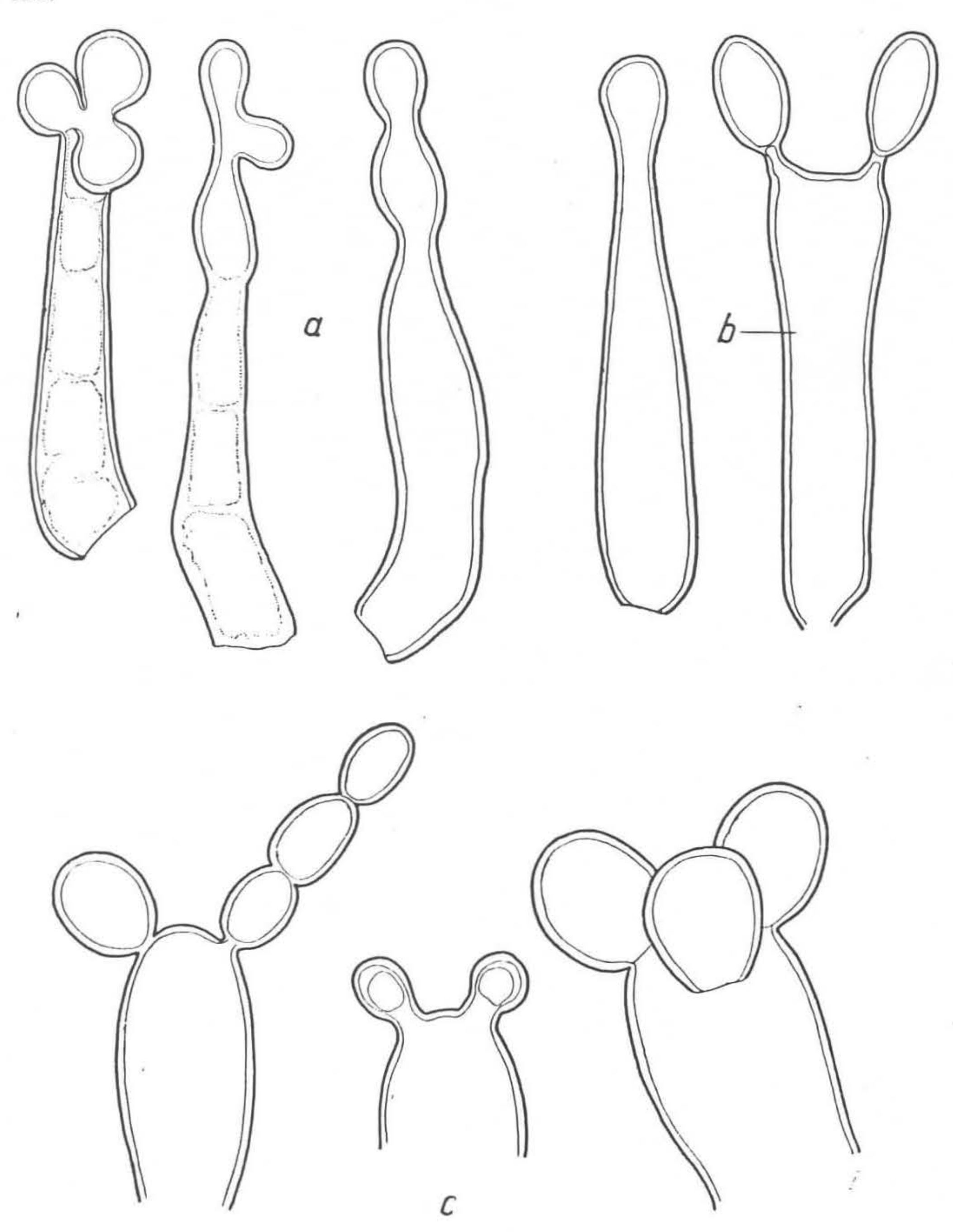


Fig. 3. *Fagus silvatica.* Mycorrhize du genre *E c*: *a* — divers aspects de caulocystides, *b* — conidiophore porteur de deux conidies, *c* — sommets de divers conidiophores

M y c o r r h i z e F j

D e s c r i p t i o n: Nous avons rencontré cette mycorrhize d'un genre nouveau (par la teinte de son manteau) à 7 reprises en forêt de FONTAINEBLEAU et en forêt de FOUGÈRES.

Les assises externes du manteau plectenchymateux, épais de 35 microns environ, sont jaunes, mais les éléments plus profonds et plus nombreux en même temps, de plus grande taille, sont d'une jolie couleur violacée. Le réseau de Hartig s'insinue entre les 3 assises externes du parenchyme cortical. Assez fréquemment s'observent des éléments fongiques intracellulaires, engainés de cellulose.



Fig. 4. *Fagus silvatica.* Mycorrhizes du sous-type F. Aspect d'ensemble (×20)

Mycorrhize Ie

Description: Nous avons découvert ce genre nouveau uniquement chez des sujets provenant de hêtraies de montagne. Le manteau, de 20 microns environ d'épaisseur, coloré en brun sombre (terre d'ombre naturelle), pseudoparenchymateux, fait suite à un réseau de Hartig réduit et se prolonge par d'assez nombreux poils. Ceux-ci sont très spéciaux et leur morphologie justifie, avec la teinte du manteau, la création d'un genre nouveau (cf. fig. 5).

Longs de 80 microns environ, larges de 5 microns, ces poils, pluricellulaires, incolores, possèdent un ultime article fortement renflé en massue et sont susceptibles de se ramifier en donnant également naissance à des „massues" latérales. Les diverses cloisons, échelonnés le long de chaque poil, peuvent montrer des anses d'anastomose.

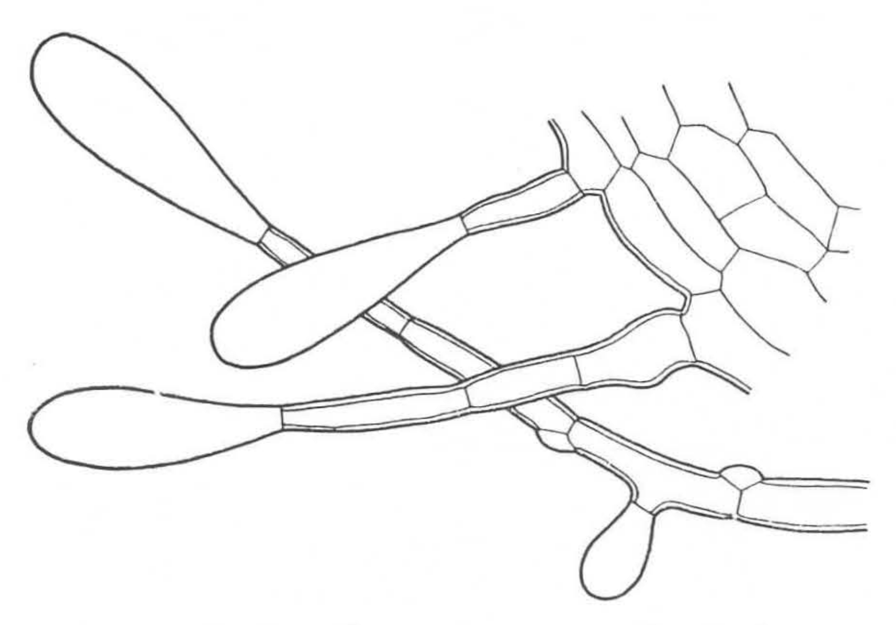


Fig. 5. *Fagus silvatica.* Mycorrhize du genre *I e.* Quelques poils caractéristiques hérissant la surface du manteau

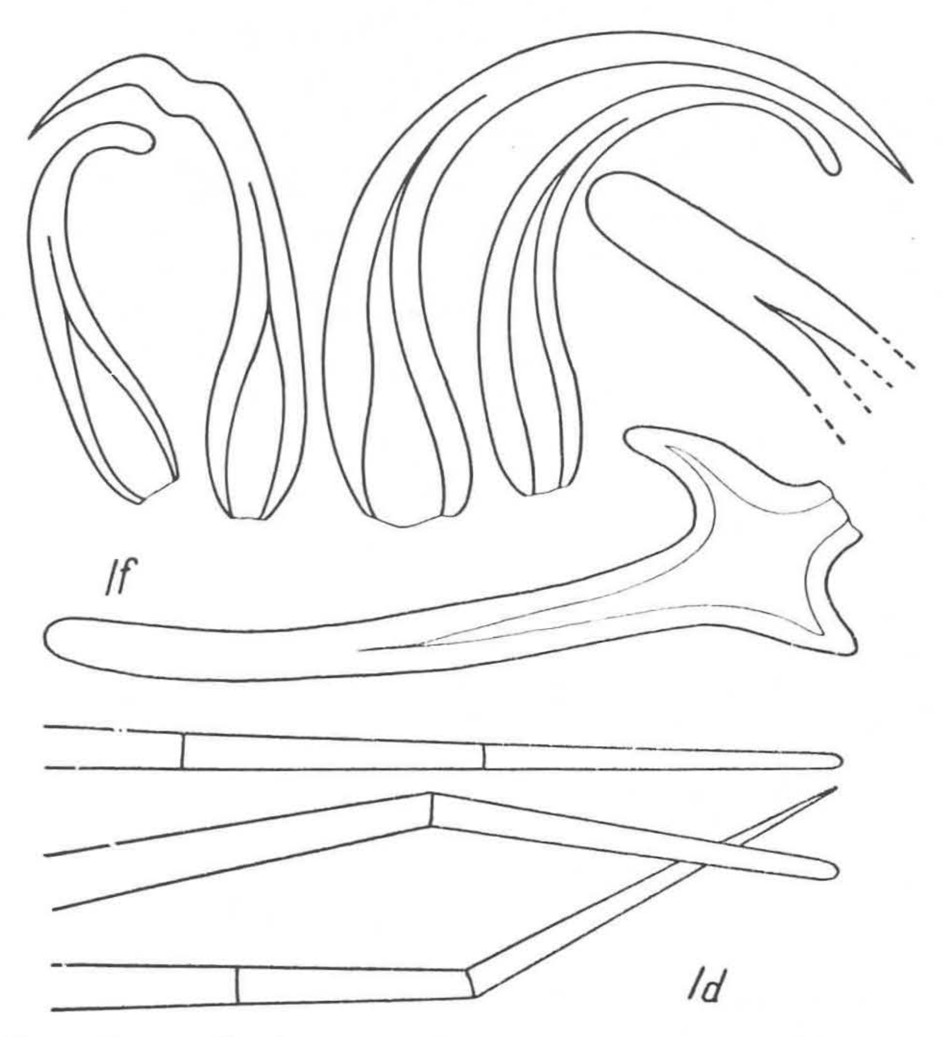


Fig. 6. *Fagus silvatica.* Mycorrhizes des genres *I d* et *I f.* Divers poils ornementant la surface du manteau et caractérisant l'un et l'autre genre de mycorrhizes

Mycorrhize If

Description: L'examen d'un certain nombre de racines courtes d'un vieux sujet croissant en forêt de FONTAINEBLEAU nous a permis d'observer ce genre nouveau. Le manteau, très épais, gris jaunâtre, porte des poils colorés en jaune pâle, arqués, plus ou moins renflés en bulbe à leur base, et possédant une membrane très épaisse (fig. 6). L'extrémité de ces poils, longs de 90 à 100 microns, est en général arrondie, plus rarement elle est pointue. Cà et là, entre les poils cheminent des hyphes à boucles, jaunâtres, qui naissent du manteau.

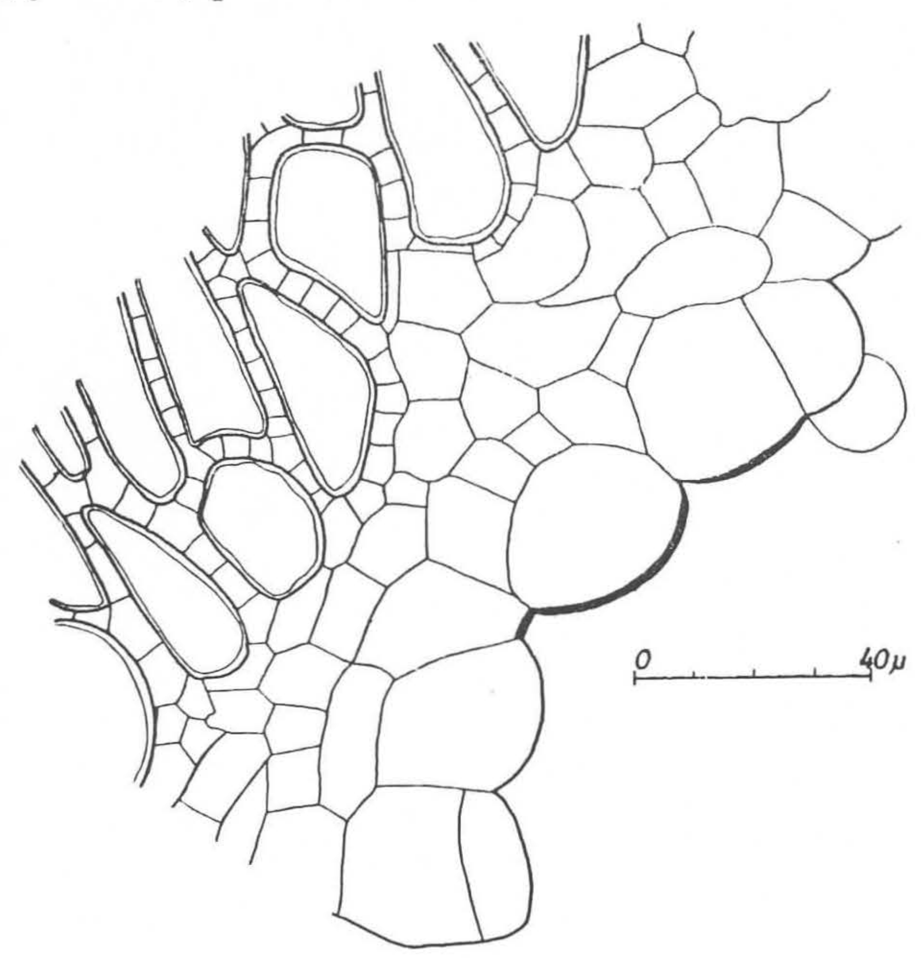


Fig. 7. *Fagus silvatica.* Mycorrhize du genre *F g.* Fragment de coupe transversale montrant le réseau de Hartig et le manteau à très gros éléments périphériques

Mycorrhize Aa

Les hyphes constituant le duvet lâche à la surface des racines courtes du Hêtre (échantillons prélevés en hêtraie de VAUCOUX) se particularisent par des articles successifs de calibre très variable. De plus, ces filaments s'anastomosent très fréquemment en constituant de la sorte un grand nombre de mailles qui donnent à l'ensemble du duvet périphérique l'aspect d'un grillage.

M y c o r r h i z e Ac

L'aspect du feutrage qui revêt et caractérise les mycorrhizes Ac d'un vieil arbre croissant dans le massif de COURBANGES est très comparable à celui décrit ci-dessus chez une mycorrhize Aa. Cependant chacun des éléments constituant ce „grillage" affecte une forme très singulière. Chaque article fongique rappelle en effet une cellule étoilée comme on en rencontre dans le tissu médullaire des tiges de diverses plantes aquatiques ou de lieux humides.

M y c o r r h i z e Ea

Au niveau de la cloison basale de certaines caulocystides nous avons observé une boucle.

M y c o r r h i z e Fg

La seule particularité de cette mycorrhize, souvent signalée par ailleurs, est ici, en forêt de FONTAINEBLEAU, la possession de très grands éléments périphériques (fig. 7).

COMPARAISON ENTRE LES RÉSULTATS OBTENUS PRÉCÉDEMMENT DANS LES FORÊTS POLONAISES ET CEUX FOURNIS PAR L'ÉTUDE DES HÊTRAIES FRANÇAISES

Ainsi que nous le laissions penser dans notre introduction la similitude entre la composition floristique des diverses associations visités en France et en Pologne nous permet quelques rapprochements entre ces hêtraies.

Tout d'abord le spectre mycorrhizien global du Hêtre pour l'ensemble des forêts polonaises d'une part, des forêts françaises d'autre part, est le suivant:

E n P o l o g n e: Aa, Ac, Af, Ag, Ah, Ba, Bc, Cc, Cd, Ce, Cf, Fa, Fb, Fc, Fd, Ff, Fg, Fi, Ga, Ha, Hc, Hd, Ib.

E n F r a n c e: Aa, Ac, Ad, Ae, Af, Ah, Ba, Bc, Bd, Bg, Ca, Cc, Cd, Cf, Dc, Ea, Ec, Fa, Fc, Fd, Fg, Fj, Ga, Gb, Ha, Hc, Hg, Ia, Ib, Id, Ie, If.

En France donc, domaine du Hêtre par excellence, le spectre mycorrhizien est plus vaste (avec ses 32 genres dans les seules hêtraies visitées) que pour l'ensemble de la Pologne (où il n'en compte que 23).

Beaucoup de genres sont d'ailleurs communs à l'un et l'autre pays. Cependant on ne signale qu'en Pologne les genres suivants: Ag, Ce, Fb, Fi et Hd.

Les genres: Ad, Ae, Bd, Bg, Ca, Dc, Ea, Ec, Fj, Gb, Hg, Ia, Id, Ie et If, n'existent par contre qu'en France.

Parmi ces derniers nous avons, dans un chapitre précédent, décrit pour la première fois 5 nouveaux genres: Dc, Ec, Fj, Ie et If.

La comparaison entre les forêts de montagne d'une part, en France et en Pologne, et les forêts de plaine (secteur boréo-atlantique ou sa limite) d'autre part, nous permet quelques commentaires.

Déjà au niveau du *Fagetum boreo-atlanticum* que nous comparerons à l'ensemble „forêt d'EU + forêt d'EAWY", nous notons que les hêtraies françaises sont plus riches en genres (17 contre 10), mais qu'il existe en commun 4 genres: Cc, Fa, Fd et Ga.

Si l'on se déplace vers la montagne et que l'on compare le *Fagetum carpaticum* de BABIA GÓRA à l'ensemble des hêtraies des MONTS DORE (*Fagetum gallicum* Braun-Blanquet) nous verrons encore que les hêtraies françaises sont plus riches en genres mais que les 3 genres les plus abondamment représentés dans les hêtraies françaises en général (Aa, Fc et Ga) se retrouvent dans les hêtraies de montagne des deux pays.

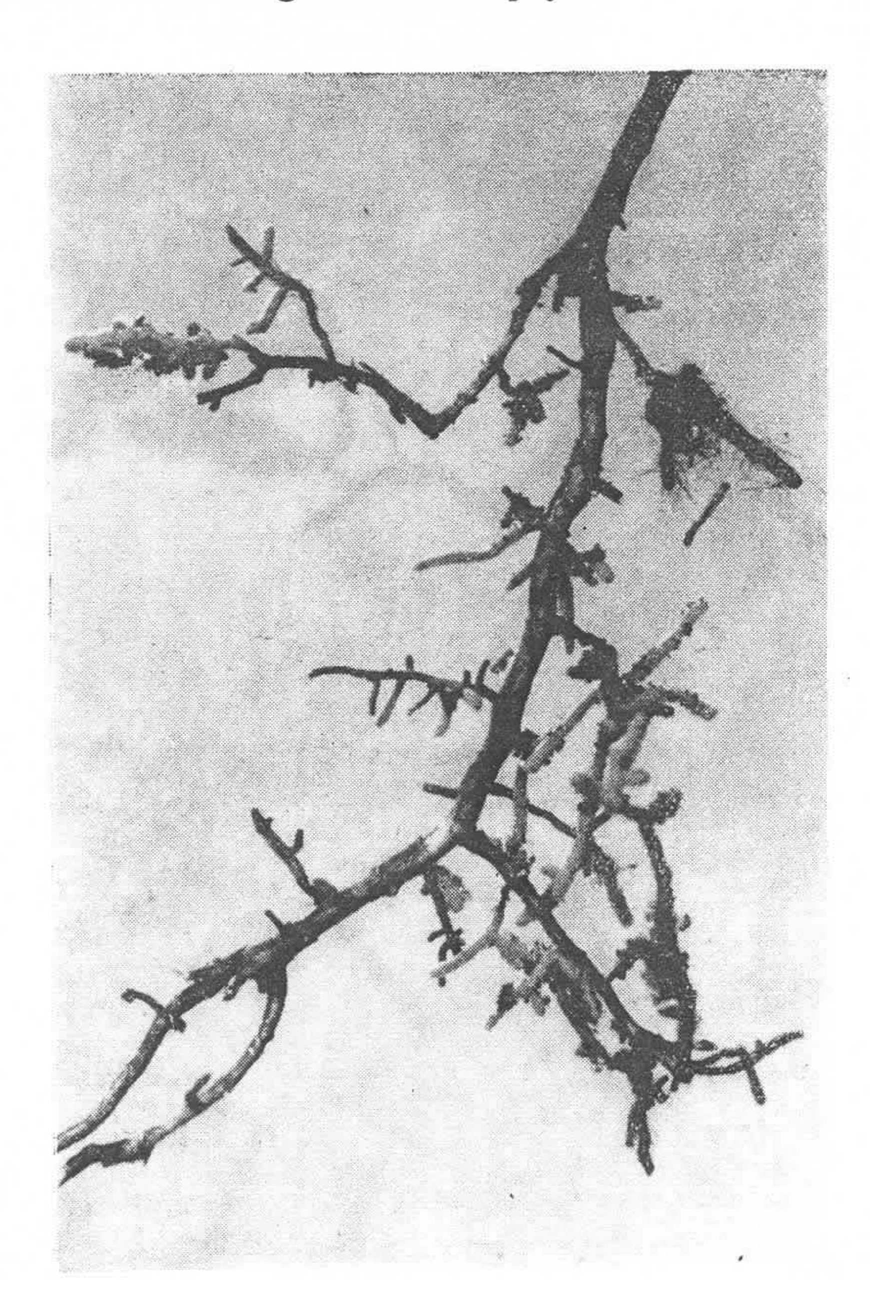
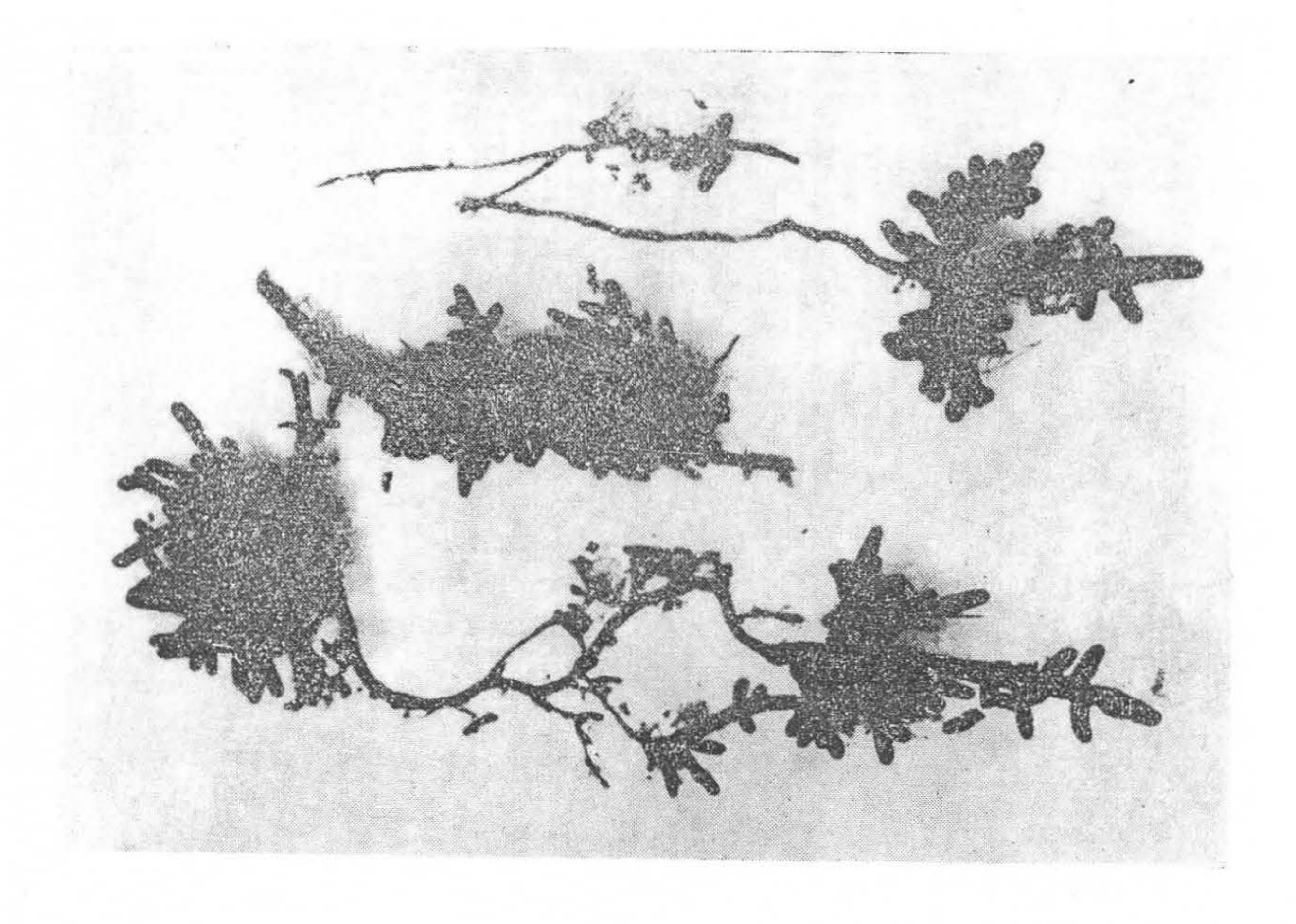


Fig. 8. *Fagus silvatica*. Aspect général de racines de Hêtre prélevées en forêt de Cerisy. On remarquera la variété des mycorrhizes constituées



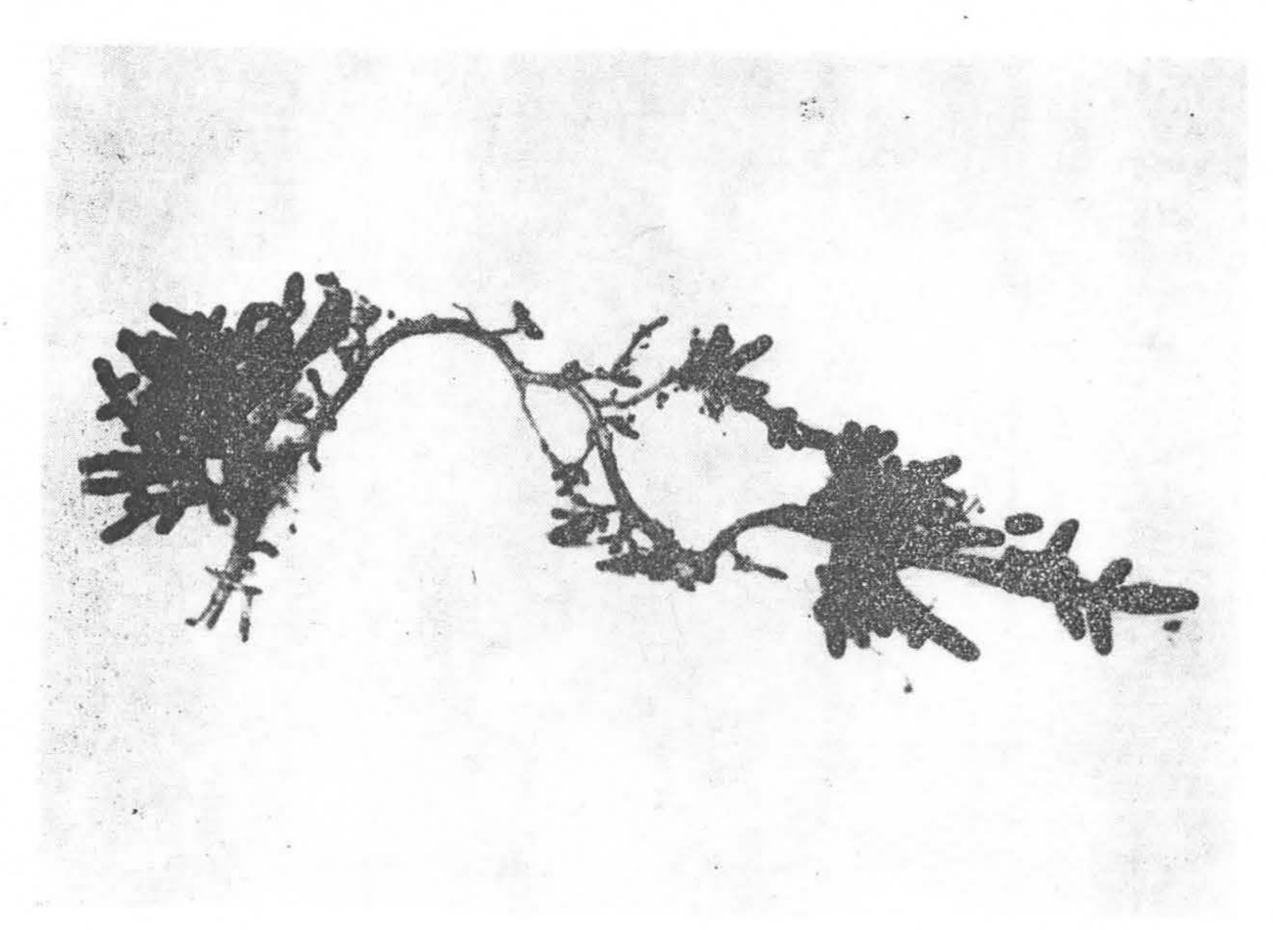


Fig. 9. *Fagus silvatica*. Mycorrhize noire *(G a)* sur les racines d'un Hêtre (forêt de Fontainebleau)

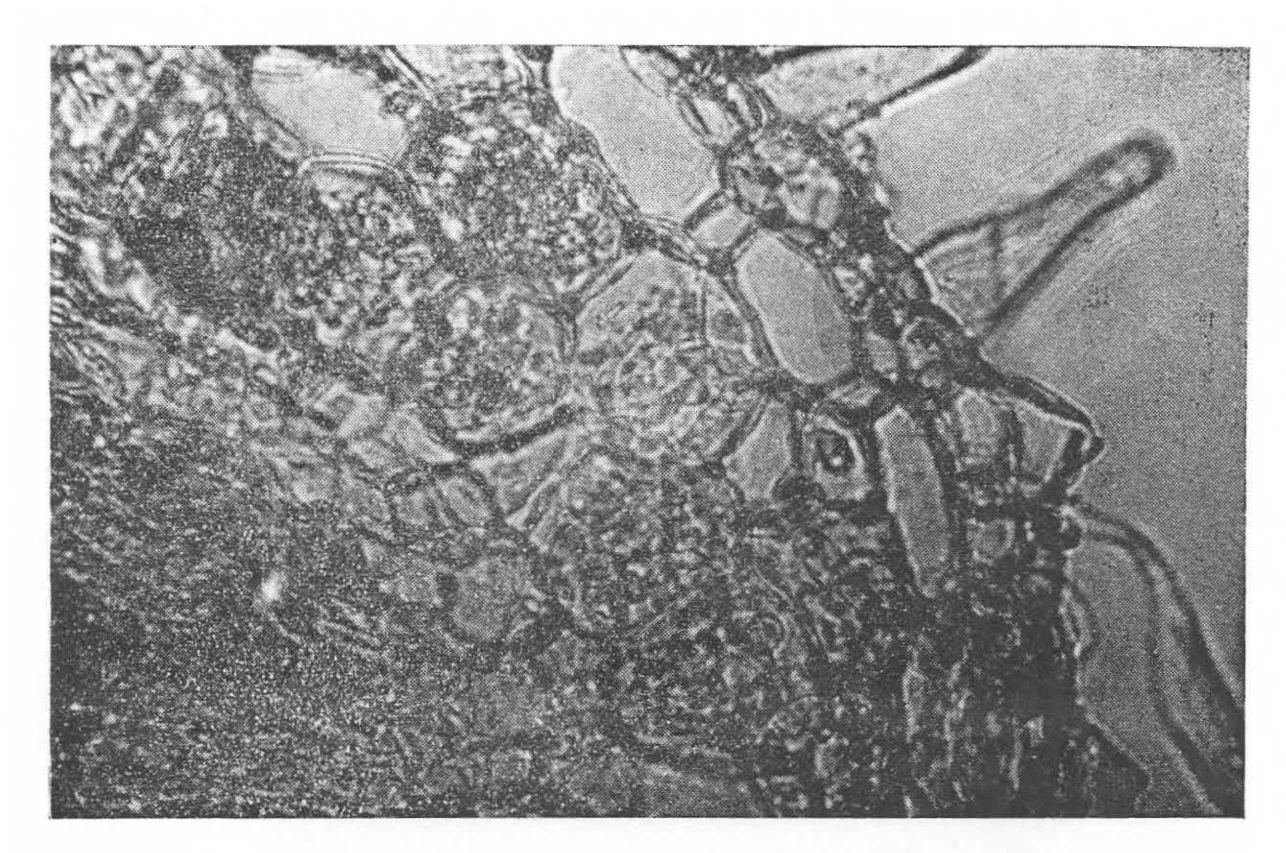


Fig. 10. *Hed_ra Helix.* Fragment de coupe transversale d'une racine abondamment infectée



Fig. 11. Aspect général de Hêtraie de Cerisy. Facies avec le Houx *(Ilex aquifolium* L.)



Fig. 12. Aspect général de Hêtraie de Eu. Facies avec la Grande-Fougère (*Pteridium aquilinum* Kuh.)



Fig. 13. Aspect général de Hêtraie de Cerisy en voie de renouvellement naturel



Fig. 14. Aspect général de Hêtraie de Fontainebleau presque sans tapis végétal du sol

DISCUSSION — CONCLUSIONS

Le climat français d'une part, le grand nombre de sols calcaires et spécialement de sols lessivés d'autre part sont, dans la mesure oú le *pH* n'a pas été trop influencé, très favorables au développement de la hêtraie avec une riche mycoflore. D'ailleurs cette richesse se traduit tout naturellement par l'existence d'un grand nombre de mycorrhizes parmi lesquelles une proportion notable n'a pas été rencontrée en Pologne.

Au cours de nos recherches nous n'avons rencontré qu'en plaine les genres de mycorrhizes suivants: Ad, Af, Ba, Bd, Bg, Ca, Cd, Cf, Ec (genre nouveau), Fd, Fg, Fj (genre nouveau), Hg, Id, If (genre nouveau).

N'apparaissent par contre qu'en montagne les genres suivants: Dc (genre nouveau) Ib, Ie (genre nonveau).

Ces deux courtes listes (18 genres au total) représentent à peine plus de la moitié du spectre mycorrhizien global pour le Hêtre en France, dont les 32 genres ont déjà été énumérés plus haut. Ce spectre paraîtra sans doute très étendu mais nous devons signaler qu'en fait 3 genres seulement de mycorrhizes sont extrêmement fréquents chez le Hêtre: Aa, Fc et Ga.

Sur notre Tableau II nous avons reporté les résultats d'environ 250 observations de mycorrhizes. Les genres Aa, Fc et Ga réunis en représentent plus de 125. De plus, l'intensité de leur développement (signifiée par 2, 3 ou 4 croix le plus souvent) contraste avec le faible développement de la plupart des autres genres (1 seule croix en général).

Nous n'avons rencontré les genres suivants qu'une seule fois: Bg, Ca, Dc, Hg, Ib et If; cependant que deux fois nous avons vu: Ac, Ad, Af, Ba, Bd, Cd, Fd, Id et Ie; et que le genre Ia a été signalé à trois reprises.

Nous avons souligné l'étendue du spectre mycorrhizien du Hêtre en France. Cependant il faut rappeler que des sujets de très belle venue, vigoureux, ne nous ont parfois permis d'observer qu'un ou deux genres de mycorrhizes seulement (Ga seule, ou Ga + Aa, ou Aa + Fc, par ex.). Il semble donc que l'existence dans le sol d'un petit nombre de Champignons, pourvu qu'ils soient bien adaptés au Hêtre, suffise pour lui assurer un développement convenable.

Dans certaines hêtraies l'abondance des *Rubus* compromet fortement les possibilités de renouvellement naturel du Hêtre. Pour tenter de combattre ces végétaux dont le couvert dense nuit à un bon développement des germinations de *Fagus*, des essais de dévitalisation des Ronces par les hormones ont été effectués par les Services des Eaux et Forêts de l'Inspection de Dieppe (en forêts d'EU et d'EAWY). Une telle pulvérisation s'est montrée très efficace mais en même temps qu'elle détruisait les *Rubus*, elle entraînait des modifications importantes de la microflore. En ce qui concerne le Hêtre, les mycorrhizes sont devenues très rares, et celles qui se constituent meurent précocement. De plus tous les tissus des racines (même ceux des racines exemptes d'infection mycorrhizienne) se montrent altérés et prennent une teinte ocre brun. Il est souhaitable que des observations minutieuses soient poursuivies dans ce domaine.

Nous avons déjà dit tout l'intérêt que nous attachons à la découverte du nouveau genre Ec. Par la présence à la surface de son manteau de cystides, de conidiophores à radula-spores, cette mycorrhize mime un véritable hyménium. Il est encore trop tôt pour rattacher le nom de tel *Rhinotrichum*, voire de tel Basidiomycète au Champignon responsable de la constitution du complexe observé. Cependant on peut attendre de recherches ultérieures (cultures pures, etc.) d'intéressantes révélations.

En outre nous avons observé et décrit cinq nouveaux genres de myccorhizes: Dc, Ec, Fj, Ie et If.

Il sera intéressant d'étendre les recherches phytosociologiques à la mycoflore des hêtraies. On pourra déceler des affinités marquées entre la structure anatomique des espèces fongiques et celle du manteau mycélien qui recouvre les racines courtes du Hêtre. Par exemple la comparaison

des caractères bien particuliers des mycorrhizes du sous-type E, à ceux des tissus d'un carpophore, nous permettra peut-être d'affirmer que, dans la nature, avec toutes les compétitions que sous-entend cette expression, telle espèce est réellement mycorrhizoformatrice. Nous développons ici une idée chère à PEYRONEL, exposée par lui à diverses reprises et jusqu'à maintenant trop souvent négligée.

Laboratoire de Microbiologie Forestière
Institut de Recherches Forestières
Szczecin (Pologne)

Laboratoire de Botanique
Faculté des Sciences
Caen (France)

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego dn. 1 września 1959 r.

MIKOTROFIZM FRANCUSKICH BUCZYN. I. BADANIA WSTĘPNE

Streszczenie

W roku 1959 autorzy kontynuowali we Francji badania rozpoczęte w poprzednim roku w Polsce nad mikotrofizmem zespołów buka. Na terenie Francji były to badania wstępne; miały one na celu wytypowanie buczyn najlepiej nadających się do prowadzenia gruntownych studiów.

W tych wstępnych badaniach określiliśmy główne cechy mikotrofizmu buka z 11 stanowisk wyliczonych w niniejszej pracy. Stanowiska zostały tak dobrane, że charakteryzują one doskonale wszystkie zespoły buka od kanału La Manche do centrum Francji (Massif Central), od granicy *Fagetum boreo-atlanticum* w Normandii aż do *Fagetum gallicum* w górach (Auvergne).

Aby uzyskać materiał do porównań z buczynami polskimi przeprowadziliśmy badania całego zespołu buka w lesie Cerisy. Rezultaty tych badań są podane w tabeli I.

Całkowite rezultaty badań nad mikotrofizmem buka jako gatunku umieściliśmy w tabeli II.

Zgodnie z danymi z literatury w skład zespołu bukowego w Cerisy wchodzi 25 gatunków. Nasze badania wykazały, że 80% tych gatunków tworzą rośliny mikotroficzne. Jako rezultat bardziej szczegółowych badań w Cerisy podajemy dalsze dane o *Cenococcum graniforme*, o mikotrofizmie *Circaea lutetiana*, *Euphorbia amygdaloides* i *Quercus pedunculata*.

W badaniach wstępnych już udało nam się opisać 5 nowych rodzajów mikoryz: Dc Ec, Fj, Ie, If. Najbardziej godny zainteresowania jest rodzaj Ec, który odznacza się opilśnią o wyglądzie hymenioidalnym, zawiera bowiem równocześnie: cystydy, konidiofory i raduläspory.

Porównanie mikotrofizmu buczyn polskich i buczyn francuskich prowadzi do następujących wnosków: mikoflora gleb buczyn francuskich jest znacznie bogatsza niż buczyn polskich, lecz 3 rodzaje mikoryz: Aa, Fc i Ga, dominujące w buczynach polskich, okazały się dominujące również w buczynach francuskich. Inne mikoryzy występowały rzadko lub bardzo rzadko, a więc nie mogą mieć istotnego wpływu na życie buka. Wydaje się, że mała liczba gatunków grzybów mikoryzowych, dobrze przystosowanych do życia symbiotycznego z bukiem, wystarcza do zapewnienia mu doskonałego rozwoju.

Przypadkowo mieliśmy okazję do przebadania powierzchni buczyn, na których zwalczano jeżyny, stosując „hormony" używane do zwalczania chwastów. Na po-

wierzchniach tych mikoryzy buków młodych stały się rzadkie, obumierające, a korzenie nawet u zdrowo wyglądających egzemplarzy były przebarwione do samego miękiszu rdzeniowego na kolor ugrowy, co wskazuje na duże zmiany anatomiczne.

Na końcu niniejszej pracy wyrażamy życzenie, aby zgodnie z myślami Peyronela zwrócono więcej uwagi na porównania anatomiczne między opilśniami mikoryzowymi i plechami owocników grzybowych u gatunków, które, być może, tworzą mikoryzy.

Po ogólnym przedstawieniu przebiegu pracy, podajemy kilka szczegółów z rozdziału „Analiza wyników i wnioski".

Zarówno klimat francuski jak i gleby zalegające pod buczynami, przeważnie na podłożu wapiennym, należące do podtypu gleb wypłukanych („sols lessivés"), sprzyjają bogatemu rozwojowi mikoflory. Przejawia się to bogactwem mikoryz, gdy rozważamy je z punktu widzenia jakościowego.

Poniżej przedstawiamy spektrium mikoryzowe buka we Francji z jego 32 rodzajami mikoryz: Aa, Ac, Ad, Ae, Af, Ah, Ba, Bc, Bd, Bg, Ca, Cc, Cd, Cf, Dc, Ea, Ec, Fa, Fc, Fd, Fg, Fj, Ga, Gb, Ha, Hc, Hg, Ia, Ib, Id, Ie, If.

Z powyższego spektrum tylko na nizinach występowały: Ad, Af, Ba, Bd, Bg, Ca, Cd, Cf, Ec, Fd, Fg, Fj, Hg, Id, If. Tylko w górach wykryliśmy natomiast mikoryzy Dc, Ib, Ie.

Powyższe różnice można wyjaśnić w ten sposób, że gleby Masywu Centralnego Francji są glebami typowo górskimi (na lawie), gdy tymczasem gleby nizin są albo rędzinami, albo glebami typu „lessivés", a więc można przypuszczać, że pojawy pewnych grzybów mikoryzowych zależą od chemizmu podłoża.

Pewna uwaga należy się również mikoryzom najpospolitszym: Aa, Fc i Ga. Na 250 obserwacji poczynionych we Francji wystąpiły one w 125 wypadkach i to zawsze w odpowiednio dużej obfitości, gdy tymczasem inne rodzaje mikoryz występowały przeważnie rzadko i słabo.

Poniżej przytaczamy listę mikoryz znalezionych tylko 1 raz: Bg, Ca, Dc, Hg, Ib i If oraz tylko 2 razy: Ac, Ad, Af, Ba, Bd, Cd, Fd, Id i Ie.

Musimy podkreślić, że obserwacje nasze, odkrywające rozciągłe spektrum mikoryzowe buka we Francji, jednocześnie upoważniają nas do stwierdzenia, że często okazy buka bardzo dobrze rozwinięte i żywotne tworzyły tylko jeden lub dwa rodzaje mikoryz. Potwierdza się więc wniosek, że obecność w glebie małej liczby gatunków grzybów, dobrze dostosowanych do współżycia z bukiem, wystarcza do zapewnienia temu gatunkowi dobrego rozwoju.

МИКОТРОФИЗМ ФРАНЦУЗСКИХ БУЧИН. I. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Краткое содержание

В текущем, 1959 году авторы продолжали во Франции исследования микотрофизма буковых сообществ, начатые в прошлом году в Польше. На территории Франции это были предварительные исследования, целью их было определение бучин наиболее подходящих для проведения основательных исследований.

В этих предварительных исследованиях нами были определены основные черты микотрофизма бука с 11 мест перечисленных в настоящей работе. Места эти были подобраны так, что прекрасно характеризуют все сообщества бука от канала Ламанш до центра Франции (Massif Central), от границы *Fagetum boreo-atlanticum* в Нормандии до *Fagetum gallicum* в горах (Auvergne).

Для того, чтобы получить материал для сравнений с польскими бучинами, нами проведены исследования всего букового сообщества в лесу Серизы (Cerisy). Результаты этих исследований заключены в таблице 1.

Полные результаты исследований микотрофизма бука как вида мы привели во II таблице.

Согласно литературным данным в состав сообщества в Серизы входит 25 видов. Наши исследования показали, что 80% этих видов составляют микотрофные растения. Как результат более подробных исследований в Серизы даются дальнейшие данные о *Cenococcum graniforme* о микотрофизме *Circaea lutetiana, Euphorbia amygdaloides* и *Quercus pedunculata*.

Уже в предварительных исследованиях нам удалось описать 5 новых видов микориз: **Dc, Ec, Fj, Ie, If.** Наиболее интересным является вид Ec, который отличается гименной-дальновидной бахромой поскольку содержит одновременно: циститы конидиофоры, радуласпоры.

Сравнение микотрофизма польских и французских бучин приводит к следующим выводам: микрофлора почв французских бучин значительно богаче польской, но три вида микориз: **Aa, Fc** и **Ga** преобладающие в польских бучинах, преобладают также в бучинах французских. Другие микоризы наблюдались редко или очень редко, так что не могут иметь существенного влияния на жизнь бука. Нам кажется, что небольшое количество видов микотрофных грибов, хорошо приспособленных к симбиотической жизни с буком, достаточно для обеспечения его прекрасного развития.

Случайно мы имели возможность исследовать площади бучин, на которых велась борьба с ежевикой с применением „гормонов" используемых для борьбы с сорняками. На этих площадях микоризы у молодых буков стали редкие, отмирающие, а корни экземпляров, которые выглядели здоровыми, были перекрашены в цвет охры до самой середины вторичной древесины, что указывает на большие анатомические изменения,

Кончая настоящую работу мы выражаем пожелание, чтобы согласно предложениям П е й р о н е л я, обращено больше внимания на анатомические сравнения между микоризными бахромами и гифами плодовых тел грибов у видов, которые возможно образуют микоризы.

После представления общего хода работы, несколько подробностей из раздела „Анализ результатов и выводы".

Как французский климат, так и почвы находящиеся под бучинами, чаще всего на известковой материнской породе, принадлежащие к подтипу вымытых почв (*sols lessivés*) содействуют богатому развитию микофлоры. Проявляется это в богатстве микориз, когда рассматриваем с качественной точки зрения.

Ниже приводим микоризный спектр бука во Франции с его 32 видами микориз **Aa, Ac, Ad, Ae, Af, Ah, Ba, Bc, Bd, Bg, Ca, Cc, Cd, Cf, Dc, Ea, Ec, Fa, Fc, Fd, Ff, Fg, Fj, Ga, Gb, Ha, Hc, Hg, Ja, Jb, Jd, Je, Jf.**

Из выше приведенного спектра только на низменности наблюдались: **Ad, Af, Ba, Bd, Bg, Ca, Cd, Cf, Ec, Ed, Fg, Fj, Hg, Jd, Jf.** Только в горах мы нашли микоризы: Dc, Ib, Ic.

Эти разницы можно объяснить следующим образом: почвы центрального массива Франции являются почвами типично горными (на лаве), в то время как почвы низменности это или рендзины или почвы типа lessivés а следовательно можно предполагать, что появление некоторых микоризных грибов зависит от химического состава материнской породы.

Некоторое внимание нужно обратить также на часто встречаемые микоризы: Aa, Fc и Ga. На 250 наблюдений проведенных во Франции они выступили в 125 случаях и всегда в относительно больших количествах, в то время как другие виды микориз наблюдались редко и были немногочисленны.

Ниже приводим список микориз найденных только один раз: Bg, Ca, De, Hg, Ib и If, а также только 2 раза: Ac, Ad, Af, Ba, Bd, Cd, Fd, Id и Ie.

Нужно подчеркнуть, что наши наблюдения, открывающие широкий микоризный спектр бука во Франции, одновременно позволяют нам утверждать, что часто очень хорошо развитые и сильные особи бука образовывали только один или два вида микориз. Таким образом, подтверждается заключение, что присутствие в почве небольшого количества видов грибов, хорошо приспособленных к сожительству с буком, достаточно для обеспечения этому виду хороших условий развития.

MYCOTROPHISM OF BEECHES IN FRANCE. I. PRELIMINARY INVESTIGATIONS

Summary

Investigations into mycotrophism of beech communities started a year earlier in Poland and were continued by the authors in 1959 in France. In the latter country investigations were but of a preliminary character aiming at selection of most adequate beech trees for carrying out subsequent thorough studies.

In the course of these preliminary investigations the authors determined the chief mycotrophic characteristics of beech trees derived from 11 sites given herein. The sites were selected in such manner as to be adequately representative of all the beech communities extending from the English Channel as far as the Centre of France (Massif Central), inclusive of *Fagetum boreo-atlanticum* in Normandy up to *Fagetum gallicum* in Auvergne mountains.

In order to obtain data comparable to those pretaining to beech in Poland investigations covered the entire beech community of Cerisy forest. Respective investigation results are listed in Table I.

Comprehensive investigation results of mycotrophism of beech species are presented in Table II.

After literature the beech community of Cerisy is compose of 25 species 80% of these were found to be mycotrophic plants. Some more information ensueing from more detailed enquiry carried out in Cerisy is given in respect to *Cenococcum graniforme* and pertinent to the mycotrophism of *Circaea lutetiana, Euphorbia amygdaloides* and *Quercus pedunculata*.

Already in these preliminary investigations the authors suceeded to determine five new geni of mycorrhizae viz.. Dc, Ec, Fj, Ie, If. The Ec geni deserves most interest being distinctive by its hypha of hymeniuodal appearance containing at once both cystidia, conidiphores and radulaspores.

The comparison of mycotrophism of beech stands in Poland and in France leads to the following conclusions, i. e. the mycoflora of soils bearing beech stands in France is much more rich than of those in Poland, although three geni o mycorrhizae namely Aa, Fc, and Ga dominant in Polish beech stands dominate also in French stands. Other mycorrhizae being rare or very are unlikely to have any vital influence upon the beech. It seems to appear that a small number of fungi species of mycorrhizae, but well adapted to symbiotic partnership with beech provides for excellent growth conditions.

By chance the authors were given the opportunity to investigate beech stands on the territory where bramble was being controlled with the use of „hormones" applied against weeds. On these areas mycorrhizae of even young beech trees

became rare, deceased, and roots even of healthy looking specimens were discoloured to the very pith parenchyma and their brownish hue was indicative of serious anatomic variation.

In the concluding part of the paper the authors express their belief in concordance with the ideas of Peyronel, that more interest should be given to anatomical comparisons of mycorrhizae hypha and thalus of fruiting bodies of fungi species which form, may be, mycorrhizae.

After having presented the general lines of the subject matter as conceived by the authors some details selected from the chapter Analysis of Results and Conclusions are included.

Both the climate of France and the siols bearing beech stands, underlain by limestone, being of the sub-type of washed out soils (sols lessivés) are very favourable to the flourishing of mycoflora. This is being displayed by the wide variety of mycorrhiza when considered from the point of view of quality.

The following spectral analysis of the beech mycorrhiza with its 32 different geni was recorded in France, viz., Aa, Ac, Ad, Ae, Af, Ah, Ba, Bc, Bd, Gg, Ca, Cc, Cd, Cf, Dc, Ea, Ec, Fa, Fc, Fd. Fg. Fj, Ga, Gb, Ha, Hc, Hg, Ia, Ib, Id, Ie, If.

Out of this spectrum the followig mycorrhiza spectral geni were present in lowlands only, wiz., Ad, Af Ba Bd, Bg, Cc, Cd, Cf, Ec Fd, Fg, F , Hg, Id, If. In highlands the only mycorrhizae found were — Dc, Ib, Ie.

These variations are explainable in the following way, the soils of the Central Massive in France are typically highland ones (underlain by lava), whereas those of lowlands are either rendzinas or the wash out type (lessivé), hance it is presumable that the occurrence of some mycorrhiza fungi is dependent on the chemical composition of the foundation layer.

Some attention should also be given to the most widespread mycorrhizae, viz., Aa, Fc, and Ca. In 250 observations made altogether in France their occurence was stated in 125 instances, always in great profusion, whereas other geni occurred rather rarely and in poor quantities.

The following mycorrhizae were found once only, viz., Bg, Ca, Dc, Hg, Ib and If and those only twice, viz., Ac, Ad, Af, Ba, Bd, Cd, Fd, Id and Ie.

The authors wish to emphasize at although observations made in France disclose a wide range of the spectrum of beech mycorrhiza the fact must be reckognized that thriving beech tree specimens, well developed and vigorous formed only one or two geni of mycorrhizae thus reaffirming the conclusion that the presence of but a few fungi species well adapted to symbiotic partnership with beech are quite adequate to provide for thriving conditions.

MYKOTROPHISMUS DER FRANZÖZISCHEN BUCHENWÄLDER

I. EINLEITENDE FORSCHUNGEN

Zusammenfassung

Im laufenden Jahre (1959) haben die Verfasser die im vorigen Jahr in Polen angefangenen Forschungen über Mykotrophismus der Buchengesellschaften in Frankreich tortgeführt. In Frankreich waren es einleitende Forschungen; ihr Zweck war die für die Studien am besten geeigneten Buchenwälder zu wählen.

In diesen einführenden Forschungen haben wir die Hauptkennzeichen des Mykotrophismus der Buche von 11 Stellen bestimmt, die wir in der vorliegenden Arbeit angeben. Diese Stellen sind so gewählt worden, dass sie alle Buchengesellschaften vom Kanal La Manche bis zum Zentrum Frankreichs (Massif Central), von der Grenze des Fagetum boreo-atlanticum in der Normandie bis zum Fagetum gallicum im Gerbirge (Auvergne) vortrefflich charakterisieren.

Um Material für den Vergleich mit den polnischen Buchenwäldern zu gewinnen, haben wir Forschungen der ganzen Buchengesellschaft im Forste Cerisy gemacht. Ergebnisse dieser Forschungen sind in der Tafel I enthalten.

Die Gesamtergebnisse der Forschungen über Mykotrophismus der Buche als Art haben wir in der Tafel II angegeben.

Den Literaturangaben gemäss befinden sich in der Buchengesellschaft in Cerisy 25 Arten. Unsere Forschungen haben bewiesen, dass 80% dieser Arten mykotrophische Pflanzen sind. Als ein ausführlicheres Ergebnis der Forschungen in Cerisy tragen wir weitere Angaben über *Cenococcum graniforme*, über Mykotrophismus der *Circaea lutetiana*, *Euphorbia amygdaloides* und *Quercus pedunculata* vor.

Schon in den einleitenden Forschung ist es uns gelungen 5 neue Mykorrhizagatungen: Dc, Ec, Fj, Ie, If — zu beschreiben. Am interessantesten ist die Art Ec, die sich durch einen Filzmantel von hymenioidalem Aussehen auszeichnet, weil sie gleichzeitig Cystiden, Konidienträger und Radulasporen enthält.

Der Vergleich des Mykotrophismus der polnischen und französischen Buchenwälder führt zu folgenden Schlüssen: die Bodenmykoflora der französischen Buchenwälder ist bedeutend reicher als die der polnischen Buchenwälder, aber 3 Mykorrhizaarten: Aa, Fc und Ga, die in polnischen Buchenwäldern dominieren, haben sich auch in französischen Buchenwäldern als vorherrschend erwiesen. Andere Mykorrhizen traten selten oder sehr selten auf, sie können also keinen wesentlichen Einfluss auf das Leben der Buche ausüben. Es scheint, dass eine geringe Artenzahl der gut an das symbiotische Leben mit der Buche angepassten Mykorrhizapilze, ihr zur Sicherung einer vortrefflichen Entwickelung schon ausreicht.

Zufälligerweise hatten wir Gelegenheit zur Durchforschung einer Buchenfläche, auf der Brombeeren, mittels der zur Tilgung von Unkraut gebrauchten „Hormonen" bekämpft wurden. Auf diesen Flächen sind Mykorrhizen an jungen Buchen selten geworden, sie waren absterbend und die Wurzeln der sogar gesund aussehenden Exemplare waren selbst bis in das Markparenchym in rostgraue Farbe umgefärbt, was auf grosse zytologische Änderungen hinweist.

Am Ende der vorliegenden Arbeit äussern wir den Wunsch, dass den Gedanken Peyronels gemäss, mehr Aufmerksamkeit auf anathomische Vergleiche der Mykorrhizapilzmäntel mit dem Thallus der Pilzfruchtkörper bei den Arten gelenkt werden soll, die vermutlich die Mykorrhizen bilden.

Nach einer allgemeinen Darstellung des Arbeitsverlaufs geben wir einige Einzelheiten aus dem Abschnitte „Analyse der Ergebnisse und Folgerungen" an.

Sowohl das französischen Klima als auch die unter Buchenwäldern vorwiegend auf Kalkstein liegenden Böden, die zum Untertypus der ausgespülten Böden (sols lessivés") gehören, begünstigen eine reiche Entwickelung der Mykoflora. Erwägen wir dieses vom qualitativen Standpunkt aus, so macht sich das in der grossen Anzahl der Mykorrhizen bemerkbar.

Unten stellen wir das Spektrum der Buchenmykorrhizen in Frankreich mit seinen 32 Mykorrhizaarten vor: Aa, Ac, Ad, Ae, Af, Ah, Ba, Bc, Bd, Bg, Ca, Cc, **Cd, Cf, Dc, Ea, Ec, Fa, Fc, Fd, Fg, Fj, Ga, Gb, Ha, Hc, Hg, Ia, Ib, Id, Ie, If.**

Aus dem obigen Spektrum traten nur in den Niederungen auf: Ad. Af. Ba, Bd. Bg, Ca, Cd, Cf, Ec, Fd, Fg, Fj, Hg, Id, If. Nur im Gebirge haben wir dagegen die Mykorrhizen: Dc, Ib, Ie entdeckt.

Die obigen Unterschiede kann man auf folgende Weise erklären. dass die Böden des Zentralen Massivs Frankreichs typische Gebirgsböden (auf Eruptionsgestein) sind, wogegen die Niederungsböden entweder Kalkböden oder Böden „lessivés" sind, man kann also vermuten, dass das Erscheinen gewisser Mykorrhizapilze vom Chemismus des Untergrundes abhängig ist.

Eine gewisse Aufmerksamkeit gebührt sich auch den gewöhnlichsten Mykorrhizen Aa, Fc und Ca. Auf 250 in Frankreich gemachten Beobachtungen traten sie in 125 Fällen auf, und das immer in sehr reichlicher Menge, während andere Mykorrhizaarten meist selten und schach vorkamen.

Nachstehend geben wir die Liste der Mykorrhizen an, die nur einmal vorgefunden wurden: Bg, Ca, Dc, Hg, Ib, If und nur zweimal: Ac, Ad, Af, Ba, Bd, Cd, Fd, Id und Ie.

Wir müssen betonen, dass unsere Beobachtungen, die ein ausgedehntes Spektrum der Buchenmykorrhizen in Frankreich entdeckt haben, uns gleichzeitig zur Feststellung berechtigen, dass oft sehr gut entwickelte und lebenskräftige Buchenexemplare nur eine oder zwei Mykorrhizaarten bildeten. Es bestätigt sich also der Sschluss, dass die Anwesentheit im Boden einer geringen Zahl von Pilzarten, die an das Zusammenleben mit Buche gut angepasst sind, zur Sicherung einer guten Entwickelung dieser Art ausreicht.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Boullard B. et Dominik T. — en français, résumé polonais: Recherches comparatives entre le mycotrophisme du *Fagetum carpaticum* de Babia Góra et celui d'autres *Fageta* précédemment étudiés. „Zesz. Nauk. WSR", Szczecin, tom III, 1959.
2. Dominik T. — en polonais, résumés allemand et russe: Projet de nouvelle classification des mycorrhizes ectotrophes fondée sur des considérations d'ordre anatomo-morphologique. „Roczn. Nauk Leśn.", 14, 1956; 223-245.
3. Dominik T. — en polonais, résumé français: Recherches sur le mycotrophisme des associations végétales de Hêtres des régions attenantes à la mer Baltique. „Ekol. Polska", ser. A, tom V, 1957; pp. 213-256.
4. Langeron M. et Vanbreuseghem R. — Précis de Mycologie. 2-ème éd., Masson ed., Paris, 1 vol., 1952; 703 p.
5. Lemee G. — Monographie phytogéographique d'une forêt normande. La forêt de Cerisy. „Bull. Soc. Linn. de Normandie", 8-ème sér., 10-ème vol., 1937; pp. 125-141.
6. Luquet A. — Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne. Les associations végétales du Massif des Monts-Dores. A. Brulliard ed., Saint-Dizier, 1 vol., 1926; 266 p.

TABLE DES MATIÈRES

—